Caldasia 20(1): 29-43

INVENTARIO DE LAS AVES DE UN BOSQUE ALTOANDINO: COMPARACION DE DOS METODOS

F. Gary Stiles

Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá, Colombia
fstiles@ciencias.ciencias.unal.edu.co

Loreta Rosselli

*Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Apartado 80186, Bogotá, Colombia**

Resumen

La captura con redes de niebla ha sido utilizada o propuesta como método único para realizar inventarios de aves en varios bosques neotropicales, pero pocas veces ha sido evaluado en este medio en relación a otros métodos como el de las observaciones visuales y auditivas. Este estudio compara la efectividad y eficiencia de estos dos métodos en la elaboración de la lista de las especies de aves de una parcela de 15 ha de bosque altoandino y subpáramo en la Cordillera Oriental de Colombia. Durante diez meses hicimos once visitas de 4-6 días al área; observamos y pusimos redes a lo largo de ca. 3 km de senderos. Registramos 102 especies durante el estudio, 101 mediante las observaciones y 50 con capturas; 52 especies fueron observadas pero no capturadas y solamente una fue capturada sin ser observada. Las observaciones fueron más eficientes en la acumulación de especies, con un promedio de 68.4 especies por visita, vs. 17.1 capturadas. Una visita bastó para anotar 50% del total de las especies observadas y seis para el 90%; las cifras correspondientes para las capturas fueron cuatro y nueve visitas. La muestra de especies capturadas fue sesgada a favor de aves pequeñas (< 50 g); ciertos grupos dietéticos y gremios de forrajeo estuvieron sobrerrepresentados, otros subrepresentados o hasta ausentes. Concluimos que las observaciones visuales y auditivas permiten llevar a cabo un inventario más completo y representativo en menos tiempo. Las redes son un suplemento útil pero no sustituyen tales observaciones y alcanzan su mayor utilidad en la toma de otros tipos de datos.

Palabras clave: aves, bosque altoandino, inventario, observaciones, redes de niebla.

Abstract

Capturing birds with mist-nets has been the sole method used or proposed for making species inventories of several Neotropical forests, but this method has rarely been evaluated relative to the use of visual and auditory observations in these forests. This study compares the effectiveness and efficiency of these two methods in the elaboration of the list of bird species on a 15 ha study plot of forest and subparamo vegetation in the Eastern Andes of Colombia. Over ten months we made 11 visits of 4-6 days each, observing and running nets along ca. 3 km of study trails. Of 102 total species recorded, 101 were observed and 50 captured; 52 were observed but not captured vs. only one that was only recorded with the nets. The observations were

* Dirección actual: Apartado 250842, Bogotá, Colombia.

more efficient in accumulating species, with a mean of 68.4 per visit vs. 17.1 species captured. More than half of the species observed had been recorded after a single visit, and over 90% in six visits; the corresponding figures for mist-net captures were four and nine visits. Compared with the total list, the mist net sample was biased towards small species (< 50 g); some diet groups or foraging guilds were over- or underrepresented in this sample. We conclude that visual and auditory observations are more effective and efficient for making inventories of birds in these forests. Mist nets are a useful supplement to these observations, but not a substitute; their greatest utility lies in obtaining other sorts of data.

Key Words: birds, high Andean Forest, inventory, mist nets, observations.

Introducción

El bosque andino es uno de los hábitats más amenazados de Colombia: la mayor parte ha sido talado y lo que queda existe principalmente como fragmentos de diferentes tamaños y grados de aislamiento (Kattán & Alvarez 1995). Es importante realizar inventarios de las especies de plantas y animales dependientes de los bosques andinos que persisten en tales fragmentos para poder entender los requisitos para su conservación. Las aves constituyen un grupo de especial interés en este sentido, dado que el requerimiento de áreas extensas por parte de muchas especies de los bosques neotropicales (Munn 1985, Stiles 1983, 1988, Powell & Bjork 1989, Guindon 1996) las hacen muy sensibles a la fragmentación (Kattán & Alvarez 1995). El tiempo y los fondos disponibles para tales inventarios son a menudo limitados, por lo cual es importante usar métodos efectivos (que provean la lista más completa y representativa posible de las especies presentes) y eficientes (que rindan el máximo de información por unidad de tiempo o esfuerzo). Por esto nos preocupa una tendencia reciente, evidente en varios proyectos de investigación: el empleo como método único de una técnica poco apropiada para tales fines: la captura de aves con redes de niebla.

Las redes de niebla o "mallas ornitológicas" han sido empleadas extensamente en Colombia después de que Borrero (1958) resaltó sus virtudes (en comparación con la escopeta) para muestrear las aves. Muchos ornitólogos han aprovechado los datos de las redes para comparar las diversidades y estructuras tróficas de las avifaunas de distintas áreas o formaciones vegetales (para el caso colombiano, ejemplos recientes son Renjifo 1988, Andrade & Mejía 1988, Lozano 1993, Andrade & Rubio 1994), a veces sin tomar en cuenta una serie de limitaciones y sesgos de estos datos, que bien podrían poner en entredicho algunas de sus conclusiones. El uso de los datos de capturas en redes se basa en la suposición de que las frecuencias de captura reflejan fielmente las abundancias relativas de las diferentes especies de aves. Algunas variables que pueden producir violaciones a esta suposición son variaciones en la altura o estructura de la vegetación y diferencias entre las especies de aves en tamaño, hábitos de vuelo y capacidades de aprender a evitar las redes (MacArthur & MacArthur 1974, Karr 1979, 1981). Recientemente Remsen & Good (1996) demostraron que la distribución de recursos y el sistema de dispersión espacial del ave (que pueden variar según la época del año o la especie, el sexo y la edad de la misma) también pueden afectar notoriamente las capturas.

A pesar de la magnitud potencial de estos errores, pocos estudios han intentado cuantificar o comparar en detalle los datos de observaciones y capturas para una misma área y período de tiempo (ver Remsen & Good 1996, Whitman et al. 1997). Un ejemplo dramático para un bosque amazónico es el de Bierregaard (1990): después de 7 años y 136 000 horas-red, se habían capturado apenas un 41% de las especies observadas. El presente estudio suministra los primeros datos de este tipo para un bosque altoandino, con base en un estudio a lo largo de diez meses en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos.

Materiales y Métodos

ÁREA DE ESTUDIO: Realizamos este trabajo en la Finca Cárpatos, Municipio de La Calera, Cundinamarca (4° 42' Norte, 73° 51' Oeste), situada entre 2800 y 3100 msnm en la vertiente occidental del macizo de Chingaza. Las 400 ha de bosque y páramo de Cárpatos forman parte de una mancha de más de 800 ha de bosque altoandino en la Reserva Forestal del Río Blanco. Trabajamos a lo largo de ca. 3 km de senderos dentro de una parcela de ca.15 ha de bosque altoandino que incluía dos parches de 1-1.5 ha de subpáramo. El bosque mostraba muy poca intervención humana, la cual se manifestaba principalmente en la extracción de algunos cogollos de palma de cera antes de semana santa cada año, pero había muchos claros naturales debido a la caída de árboles durante los ocasionales chubascos. El dosel era de 15-20 m de alto, con dominancia de *Weinmannia* spp., *Brunellia colombiana, Tibouchina* sp. y *Clusia* spp. con árboles esparcidos de *Hyeronima* sp., *Eugenia* sp., *Ocotea calophylla* y *Ceroxylon* sp. El sotobosque era dominado por chusque (*Chusquea* sp.) y la palma *Geonoma weberbaueri* que a veces alcanzaba el subdosel, junto con árboles de *Miconia* spp., *Symplocos* sp. y *Hedyosmum bonplandianum*, entre otros. El estrato herbáceo era escaso, con una especie de *Peperomia* y musgos como elementos dominantes. La vegetación del subpáramo estaba dominada por arbustos de Ericaceae (*Thibaudia, Disterigma, Gaultheria, Befaria), Symplocos, Tibouchina grossa, Hypericum* spp. y *Pentacalia* spp. con arbolitos de *Espeletia uribei* y *Gaiadendron punctatum* y un estrato herbáceo denso y variado, con poca evidencia de pastoreo de ganado u otros disturbios antrópicos. En algunos claros, especialmente a lo largo de la quebrada El Rincón que atraviesa la finca y sobre un derrumbe antiguo, había marañas impenetrables de chusque (*Chusquea*). En el bosque, las epífitas (bromelias, gesneriáceas, orquídeas, helechos, musgos, líquenes, ericáceas) eran abundantes y muchos arbustos grandes y arbolitos del subpáramo soportaban musgos, orquídeas y algunos helechos. Los bejucos y las lianas (*Bomarea, Fuchsia,* Compositae) eran comunes tanto en el bosque como en el subpáramo.

MÉTODOS DE LOS MUESTREOS: Entre octubre de 1991 y julio de 1992, hicimos once visitas de cuatro a seis días al área de estudio. Durante los primeros 2-3 días anotamos las especies detectadas visual o auditivamente mientras recorrimos los senderos tomando datos fenológicos de frutos y flores. Para cada especie de ave registrada, asignamos un valor de abundancia basado en el número de registros por visita, según la siguiente escala: 5: más de 20 registros (individuos); 4: entre 11 y 20 registros; 3: entre 5 y 10; 2: 2 a 5; y 1: un sólo registro. Este método es obviamente algo subjetivo, y tiene el defecto potencial de que una especie conspicua pero con pocos individuos observados repetidamente podría obtener el mismo rango que otra de la que pasó una bandada una sola vez. Sin embargo, en la práctica tales sesgos son bastante obvios, permitiendo tomarlos en cuenta. Por ejemplo, especies como *Buteo leucorrhous* o *Andigena nigrirostris* fueron registrados en diez o más ocasiones en varias visitas, pero era evidente que había apenas 1-2 individuos en todo el área; se les asignaban rangos de 1 o 2, no 4 o 5. Tratamos de tomar en cuenta bandadas (v. gr. de *Pyrrhura* o *Bolborhynchus)* solamente si forrajeaban en el área. Durante dos mañanas por visita colocamos un promedio de 14 redes (12 m de largo, 30 y 36 mm ojo de malla) excepto durante períodos de lluvia. Cada ave capturada fue medida, pesada, anillada y examinada en busca de señas de muda o reproducción; también sacamos muestras de polen de los colibríes y muestras fecales de las especies frugívoras.

Clasificamos las aves del área de estudio con respecto a tres parámetros: el peso corporal, la dieta y el comportamiento de forrajeo. Para el peso (masa corporal), definimos nueve grupos con base en una escala logarítmica de base 2, a saber: grupo I: ≤ 5 g (el promedio del peso de cada especie se aproximó al valor entero más cercano); II: 6-12; III: 13-25; IV: 26-50; V: 51-100; VI: 101-200; VII: 201-400; VIII: 401-800; y IX: ≥ 801 g.

Para los grupos de dieta, reconocemos siete tipos generales de alimento: insectos e invertebrados pequeños (IP), insectos, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños (IV), vertebrados más grandes (V), carroña (C), frutos (F), semillas (S) y néctar (N). Se contabilizaron los números equivalentes de especies tomando cada tipo de alimento en las muestras de especies observadas y capturadas. Se trata de números equivalentes de especies porque muchas especies regularmente comen más de un tipo de alimento. Para estas especies, agregamos fracciones (aproximadamente en proporción a su representación en la dieta) a cada categoría de alimento: la suma de todas las fracciones y de los números enteros (especies que consumen el alimento exclusivamente) da el número equivalente de especies que comen este alimento (ver Stiles 1983,1996). Por ejemplo, la dieta de los colibríes consiste en partes aproximadamente iguales de artrópodos pequeños (IV) y néctar (N) (ver Stiles 1995). Entonces seis especies de colibríes equivalen a tres especies que comen IV y tres N. Clasificamos las especies con base en nuestras propias observaciones y la información de Hilty & Brown (1986) y Stiles & Skutch (1989).

El mismo procedimiento se adoptó para asignar las especies a los gremios de forrajeo. Consideramos que lo que define un gremio es un recurso y el lugar y técnica de explotarlo (Root 1967) y no la especie de ave. Como muchas especies explotan distintos recursos, o usan diferentes técnicas, substratos o configuraciones de vegetación para conseguir un tipo dado de recurso, muchas especies pertenecen a más de un gremio. Así evitamos el uso de "gremios" compuestos como "nectarívoros-insectívoros" o, peor aún, "omnívoros" que a menudo segregan en diferentes gremios a especies que explotan el mismo recurso o incluyen en el mismo gremio a especies que usan diferentes recursos, técnicas, sustratos o hábitats.

Definimos los siguientes 16 gremios: IAE: insectívoros aéreos; IHSM: insectívoros halconeadores debajo del dosel (sotobosque y nivel medio del bosque); IHDB: halconeadores del dosel y los bordes del bosque; ISFS: insectívoros del suelo y el follaje del sotobosque bajo; IFSM: insectívoros del follaje y ramas delgadas de los niveles medios del bosque; IFDB: insectívoros del follaje del dosel y bordes; IIPA: insectos e invertebrados acuáticos o del borde del agua (quebrada, charco, etc.); ITR: insectos o vertebrados muy pequeños sobre o adentro de troncos y ramas gruesas; IGF: insectos grandes-vertebrados pequeños del follaje y ramas delgadas; CAV: cazadores (acecho o persecución) de vertebrados más grandes; CAR: carroñeros aéreos; FSSB: recogedores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo; FPDB: consumidores de frutos pequeños del dosel y los bordes; FGDB: frutos más grandes del dosel y bordes; SPCG: semillas pequeñas de compuestas y gramíneas; NEC: consumidores de néctar de flores. Aunque esta división probablemente es demasiado gruesa para segregar todos los recursos, sustratos y técnicas de las aves, se requeriría mucho más información más cuantitativa para justificar una división más fina.

Para comparar los datos de las observaciones y las capturas, usamos pruebas de correlación paramétricas y no paramétricas (Spearman) y de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras.

Resultados

Registramos un total de 102 especies de aves en el área de estudio a lo largo del trabajo (ver el Anexo). Varios de los registros representan extensiones de distribución (v.gr. *Pipreola arcuata, Buteo leucorrhous*) o son de especies consideradas como escasas o poco conocidas en la Cordillera Oriental (v.gr. *Acropternis orthonyx, Otus albigularis, Grallaricula nana, Pseudotriccus ruficeps*) (cf. Olivares 1969, Hilty & Brown 1986, Lozano 1993). También registramos con cierta frecuencia algunas especies consideradas como potencialmente amenazadas o en peligro de extinción por Hilty (1985) y Collar et al. (1992) como *Pyrrhura calliptera, Andigena nigrirostris* y *Campephilus pollens*. Durante nuestro estudio gran parte del chusque (*Chusquea)* del área floreció y fructificó; aparecieron grandes números de *Bolborhynchus lineola* y *Haplospiza rustica* (por lo menos esta última anidó en

el área) que luego desaparecieron cuando se acabó la cosecha. Sin embargo, algunas especies grandes, esperadas con base en datos de distribución, no fueron registradas, posiblemente debido a la fragmentación del bosque, la tala de los bosques a elevaciones menores en la cuenca del Río Blanco, o la cacería (v.gr. *Oroaetus isidori, Hapalopsittaca amazonina, Pharomachrus* spp.).

Casi todas las especies (101) fueron registradas a través de las observaciones visuales y auditivas, mientras que con un esfuerzo total de 1596 horas-red, capturamos un total de 398 individuos (519 capturas en total incluyendo recapturas) de 50 especies (ver Anexo). Observamos un promedio de 68.4 especies por visita, comparado con 17.1 especies capturadas. Entre las 51 especies observadas solamente, se encuentran la mayoría de las raras, poco conocidas o amenazadas. Tan solo una especie (*Myornis senilis*) fue registrada únicamente en las redes.

A nivel de familia, la misma razón se mantuvo: se observaron representantes de 32 familias y se capturaron miembros de 16. Existe una correlación alta ($r = 0.88$, $p < 0.001$) entre los números de especies observadas y capturadas por familia; las familias con pocas especies observadas y ninguna capturada son principalmente aves no passeriformes de tamaño mediano a grande e incluyen muchas de las especies de mayor interés para la conservación (ver Anexo).

La acumulación de especies fue más rápida a través de las observaciones. Más de la mitad del total de especies observadas había sido registrada después de una sola visita, mientras que fueron necesarias cuatro visitas para registrar la mitad del total de especies capturadas. Para alcanzar el 90% del total para cada método, se necesitaron cuatro y nueve visitas, respectivamente (Fig. 1). De las 50 especies encontradas con ambos métodos, 31 fueron observadas por lo menos una visita antes de ser capturadas; cinco fueron capturadas antes de ser observadas.

La proporción de visitas en que una especie fue registrada puede considerarse como una medida de la probabilidad de detectarla en una sola visita. Unas 81 especies fueron capturadas en 50% o menos del número de visitas en las que fueron observadas, incluyendo 30 de las especies registradas con ambos métodos. Para apenas 10 especies, la

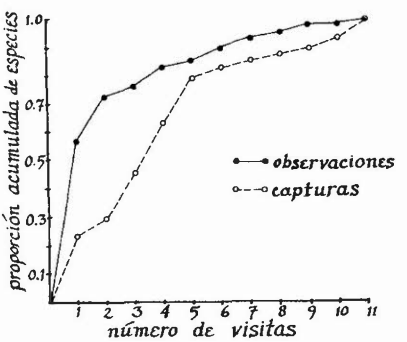

Figura 1. Curvas de acumulación de especies a lo largo de once visitas, mediante las observaciones y capturas, relativo al número total de especies registrado por cada método (1.0=101 especies para las observaciones, 50 para las capturas).

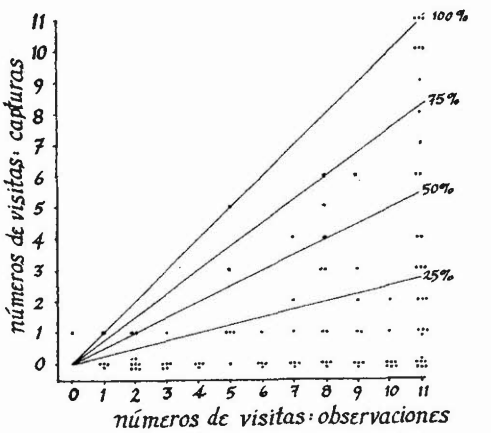

Figura 2. Relación entre el número de visitas en que cada especie fue observada y el número de visitas en que fue capturada. Las líneas y porcentajes representan las probabilidades de que una especie fuera capturada 25%, 50%, 75% y 100% del número de visitas en que fue observada.

probabilidad de ser capturada en una visita fue de 75-100% de la de ser observada y para sólo *M. senilis* fue mayor debido a que fue capturada una vez y nunca observada (Fig. 2, ver Anexo). Aún así, estos datos subestiman la eficiencia potencial de las observaciones: la lenta acumulación de especies observadas en las últimas visitas se debe en parte a que tuvimos que aprender "sobre la marcha" las vocalizaciones de algunas especies difíciles de ver pero una vez que logramos reconocerlas auditivamente, las registramos (v.gr. *Acropternis*) con regularidad.

No intentamos hacer censos cuantitativos de aves en el área, por no tener un conocimiento completo de las vocalizaciones de todas las especies y porque era imposible hacer conteos confiables de las aves pequeñas del dosel durante los períodos frecuentes de neblina o llovizna; por esto, no tenemos datos precisos de las abundancias relativas de las especies. Sin embargo, podemos usar las sumas de los valores subjetivos de abundancias por visita (ver Anexo) como una primera aproximación. El número de capturas por especie es la medida de abundancia relativa generalmente usada para los datos de redes. Aunque la correlación entre estas dos medidas es significativa ($r = 0.39$, $p < 0.01$) no es muy alta y el coeficiente de determinación (r^2) indica que apenas el 15.3% de la variación en una medida se relaciona con la variación en la otra. Esto se debe principalmente al gran número de especies observadas con frecuencia pero rara vez o nunca atrapadas (ver Fig. 2).

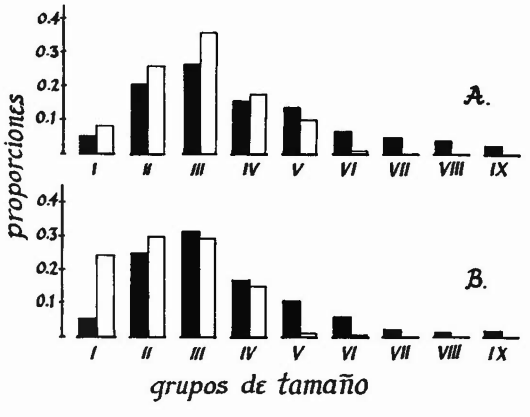

Figura 3. Proporciones de las aves observadas (barras negras) vs. capturadas (barras blancas) en nueve grupos de peso corporal (ver el texto para la definición de los grupos). Arriba: proporciones de especies por grupo. Abajo: proporciones de especies tomando en cuenta sus respectivas abundancias o frecuencias de captura (ver Anexo).

Comparamos las distribuciones de tamaños (pesos) en las muestras de aves observadas vs. capturadas (Fig. 3), con pruebas de Kolmogorov- Smirnov. Con base en los números de especies por clase de peso, la diferencia es marcada pero no significativa (Dmax = 0.19, p = 0.10). En las capturas las aves pequeñas (clases I a IV) están sobrerrepresentadas y las de pesos mayores de 50 g (clases V a IX), subrepresentadas. Esta diferencia se acentúa (Dmax = 0.24, $p < 0.05$) cuando se toman en cuenta las abundancias relativas (ver Anexo), debido a alta proporción de colibríes (clases I y II) entre las aves atrapadas.

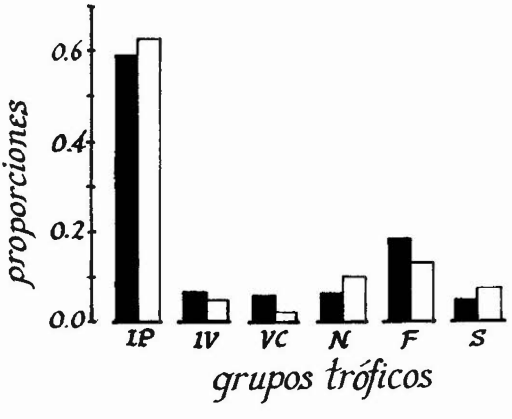

Figura 4. Proporciones de las aves observadas (barras negras) vs. capturadas (barras blancas) que consumen diferentes tipos de alimento. Proporciones basadas en números equivalentes de especies (ver el texto para las definiciones de este término y de los tipos de alimentos).

Casi la mitad de las especies del área consumían más de un tipo de alimento regularmente (promedio de 1.57 grupos de dieta por especie; ver Anexo). Las representaciones de los diferentes grupos dietéticos son similares ($r_S = 0.80$, $p \equiv 0.10$) en las

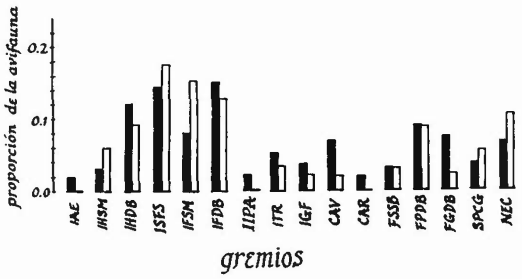

Figura 5. Proporciones de aves observadas (barras negras) vs. capturadas (barras blancas) en diferentes gremios de forrajeo (ver texto para definiciones de gremios). Proporciones basadas en números equivalentes de especies (ver texto y Fig. 4).

muestras de aves observadas y capturadas, aunque es evidente que las redes sobreestiman algunos grupos (nectarívoros, granívoros, insectívoros pequeños) y subestiman otros (rapaces, frugívoros, insectívoros grandes) (ver Fig. 4).

La mayoría de las especies del área pertenecían a más de un gremio de forrajeo (promedio 1.87, moda dos, máximo cuatro: ver Anexo). Aunque la correlación de rangos entre los números equivalentes de especies por gremio entre las aves observadas vs. capturadas fue alta ($r_S = 0.84$, $p < 0.01$), esto se debe a que los mismos gremios estaban entre los más grandes o pequeños en ambas muestras. Sin embargo, ciertos gremios están notoriamente sobrerrepresentados (NEC, IFSM, IHSM), otros subrepresentados (CAV, FGDB) o no representados (IAE, CAR, IIPA) en los datos de las redes. En general, los gremios del dosel están subrepresentados, los del sotobosque medio sobrerrepresentados (Fig. 5).

Discusión

Considerando el tamaño limitado de nuestra área de estudio, la avifauna que registramos parece bastante completa y representativa en comparación con las listas de especies anotadas para otros bosques altoandinos como Carpanta (Andrade et al. 1993), Acaime (Renjifo, datos inéditos) y Cerro Mongus, Ecuador (Robbins et al. 1994). La riqueza de especies es también representativa de fragmentos de tamaño mediano (100-600 ha) según Kattán & Alvarez (1995). Es importante resaltar que lo completo y representativo de nuestro inventario se debe a las observaciones visuales y auditivas mucho más que a las capturas con redes. Además de ser más efectivas (observamos 101 especies vs. 50 capturadas), las observaciones fueron más eficientes en permitir una acumulación más rápida de especies con respecto al total registrado con cada método. Aunque los resultados de los dos métodos mostraron correlaciones significativas en algunos casos, con respecto a la avifauna en general los datos de las redes mostraron sesgos importantes en las distribuciones de abundancias, tamaños, grupos tróficos y gremios de forrajeo. Es evidente que un inventario basado solamente en las capturas en redes sería muy incompleto y poco representativo.

A conclusiones similares llegó el único otro estudio que intentó una comparación directa entre las observaciones visuales y auditivas y las capturas con redes (Whitman et al. 1997), aunque el método usado para las observaciones era el de conteos de un punto, que sirve más para obtener datos cuantitativos de abundancias que para la realización de inventarios. De hecho, este método detectó apenas el 58.6% de las especies registradas para un bosque subtropical de Belize. Sin embargo, un programa intensivo de capturas en los mismos puntos de conteo logró registrar el 49% de las especies anotadas en los conteos y fue mucho menos eficiente en términos de esfuerzo. Aunque los gremios y pesos corporales de las aves fueron contabilizados de forma diferente que en nuestro estudio, los mismos sesgos de los datos de capturas fueron evidentes y la probabilidad de detectar una especie determinada en un día fue, en promedio, dos veces mayor (63 vs. 28%) para los conteos. Más interesante aún, el grado de similitud entre las aves capturadas y detectadas en el mismo punto fue apenas 8.6% en promedio.

Según autores como Karr (1981), una ventaja de las redes sobre las observaciones visuales y auditi-

vas es que reduce el impacto de diferencias entre observadores en la experiencia y capacidad de identificar aves en el campo. Aunque esta afirmación es innegable, esto no implica que la experiencia no sea importante en la operación de redes. Colocar las redes rápidamente y en los sitios más efectivos, mantenerlas bien ajustadas y extraer las aves rápida y seguramente dependen en gran medida de la práctica. Igualmente, la identificación correcta de las aves capturadas, que muchas veces no muestran de forma evidente las "pistas" de postura, comportamiento y vocalizaciones tan útiles en el campo, mejora con la experiencia, especialmente cuando se trata de especies, sexos o edades con plumajes no ilustrados en guías como la de Hilty & Brown (1986). En el caso de nuestro estudio, la ventaja de las observaciones pudo haber sido aún mayor si hubiéramos reconocido las vocalizaciones de algunas especies desde el inicio. En cambio, no nos parece factible haber intensificado el trabajo con las redes, por lo menos sin haber dedicado más días a este método, o sin la disponibilidad de más personal. Más bien operamos el número máximo de redes posible dada la topografía tan abrupta y las condiciones meteorológicas tan frecuentemente desfavorables. Consideramos que personas menos experimentadas en la operación de las redes hubieran obtenido significativamente menos capturas y una muestra aún más pequeña y sesgada.

Otra supuesta ventaja de las redes es que permiten una estandarización más precisa del esfuerzo y una cuantificación más objetiva de las abundancias relativas de las especies, que las observaciones. Sin embargo, esto depende de la validez de la suposición de que la abundancia relativa es el único factor que influye de manera importante en la probabilidad de que una especie sea capturada. Los datos del presente estudio demuestran que esta suposición no se cumplió (ver también Remsen & Good 1996). El cálculo de índices de diversidad con base en los datos de redes sólo se justifica si esta suposición es válida; y el índice más utilizado, el de Shannon y Wiener (MacArthur & MacArthur 1974), conlleva otra suposición más: que todas o casi todas las especies del área estén representadas en la muestra, un requisito que tampoco se cumplió en este estudio ni en el de Whitman et al. (1997). Dado que nuestros datos de abundancias relativas derivadas de las observaciones están basados en el criterio algo subjetivo de la frecuencia de registros y no en densidades absolutas de las especies, el cálculo de índices de diversidad con estos datos tampoco se justificaba. No recomendamos el uso de índices de diversidad para comparar muestras que no sean los resultados de censos cuantitativos (lo que implica un trabajo mucho más intensivo que el nuestro). Consideramos especialmente arriesgado el uso de tales índices para caracterizar las muestras de aves capturadas en las redes, si el objetivo final es una comparación de dos o más comunidades.

Concluimos que el método principal que se debe emplear para la realización de inventarios de aves en el bosque altoandino es el de las observaciones visuales y auditivas. El uso de las redes representa un suplemento útil pero no un sustituto para tales observaciones. La experiencia del observador es fundamental para las observaciones, pero es también importante para la operación efectiva de las redes. El uso de una grabadora puede suplementar la falta de experiencia del observador con las vocalizaciones de las aves (Parker 1991). Idealmente, la máxima eficiencia y efectividad en llevar a cabo muestreos breves se alcanzaría empleando una combinación de todos estos métodos (Remsen 1994). La preparación del área es importante también: buenos senderos facilitan las observaciones pero son absolutamente esenciales para el empleo efectivo de las redes. El tiempo y personal disponibles para la realización del inventario debe determinar hasta qué punto el uso de las redes puede complementar las observaciones visuales y auditivas. Si bien el papel de las redes en los inventarios como tales es secundario, su uso es obligatorio para conseguir otros tipos de información, como mediciones morfológicas y pesos, indicios de reproducción, muda y en muchos casos edad o estado migratorio de las aves o la obtención de muestras de la dieta. Consideramos que es para estos fines

que la redes alcanzan su máxima utilidad en el estudio de las aves del bosque altoandino.

Agradecimientos

El apoyo logístico de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), especialmente de Santiago Gaviria y Néstor Fonseca fue fundamental para el éxito de este trabajo. El tiempo de F. G. Stiles para este proyecto fue aprobado por el CINDEC, Universidad Nacional de Colombia; el de L. Rosselli por la EAAB. Agradecemos a L. G. Naranjo y J. V. Remsen por sus comentarios sobre el manuscrito. Este trabajo originalmente fue presentado como una ponencia en el I Simposio sobre la Diversidad y Conservación de los Ecosistemas de Alta Montaña en Bogotá (junio de 1994); agradecemos a los organizadores, Jaime Cavelier y Alicia Uribe, por su esfuerzo y apoyo.

Literatura Citada

ANDRADE, G. I. & C. A. MEJÍA. 1988. Cambios estacionales en la distribución de la avifauna terrestre en el P.N.N. Macuira, Guajira, Colombia. Trianea 1: 145-169.

ANDRADE, G. I., A. REPIZZO & M. L. ROSAS. 1993. Notas preliminares sobre la avifauna y la integridad biológica de Carpanta. Págs. 207-228 *en*: G. I. Andrade (ed.). *Carpanta: selva nublada y páramo*. Fundación Natura, Bogotá.

ANDRADE, G. I., & H. RUBIO. 1994. Sustainable use of tropical rainforest: evidence from the avifauna in a shifting-cultivation mosaic in the Colombian Amazon. Conservation Biology 8: 545-554.

BIERREGAARD, R. O. 1990. Species composition and trophic organization of the understory bird community of a central Amazonian terra firme forest. Págs. 217-236 *en*: A. H. Gentry (ed.). *Four Neotropical forests*. Yale University Press, New Haven.

BORRERO, J. I. 1958. Primeras experiencias en Colombia sobre la captura de aves con redes japonesas invisibles. Trabajo mecanografiado, Bogotá.

COLLAR, N. J., L. P. GONZAGA, N. KRABBE, A. MADROÑO N., L. G. NARANJO, T. A. PARKER & D. C. Wege. 1992. *Threatened birds of the Americas: the ICBP/IUCN Red Data Book, 3a edición*. ICBP, Cambridge, Inglaterra.

GUINDON, C. 1996. The importance of forest fragments in the maintenance of regional biodiversity in Costa Rica. Págs. 168-186 *en*: J. Schelhas & R. Greenberg (eds.). *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press, Washington, D. C.

HILTY, S. L. 1985. Distributional changes in the Colombian avifauna: a preliminary blue list. Págs. 1000-1020 *en*: P. A. Buckley, M. S. Foster, E. S. Morton, R. S. Ridgely & F. G. Buckley (eds.). *Neotropical Ornithology*. Ornithological Monographs, vol. 36.

HILTY, S. L. & W. L. BROWN. 1986. *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press, Princeton, N. J.

KARR, J. R. 1979. On the use of mist nets in the study of bird communities. Inland Bird Banding 51: 1-10.

KARR, J. R. 1981. Surveying birds with mist nets. Págs. 62-67 *en*: C. J. Ralph & J. M. Scott (eds.) *Estimating numbers of terrestrial birds*. Studies of Avian Biology, No. 6.

KATTÁN, G. H., & H. ALVAREZ-L. 1995. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. Págs. 3-18 *en*: J. Schelhas & R. Greenberg (eds.). *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press, Washington D. C.

LOZANO, I. E. 1993. Diversidad y organización en gremios de la comunidad de aves del sotobosque de bosque primario y vegetación secundaria. Págs. 141-164 *en*: G. I. Andrade (ed.). *Carpanta: selva nublada y páramo*. Fundación Natura, Bogotá.

MACARTHUR, R. A., & J. T. MACARTHUR. 1974. On the use of mist nets for population studies of birds. Proceedings of the National Academy of Science USA 71: 3230-3233.

MUNN, C.A. 1985. Permanent canopy and understory flocks in Amazonia: species composition and population densities. Págs. 683-712 *en*: P.

A. Buckley, M. S. Foster, E. S. Morton, R. S. Ridgely & F. G. Buckley (eds.). *Neotropical Ornithology*. Ornithological Monographs, vol. 36.

OLIVARES, A. 1969. *Las aves de Cundinamarca*. Universidad Nacional, Bogotá.

PARKER, T. A. 1991. On the use of tape recorders in avifaunal surveys. Auk 108: 443-444.

POWELL, G. V. N. & R. BJORK. 1995. Implications of intratropical migration on reserve design: a case study using *Pharomachrus mocinno*. Conservation Biology 9: 354-362.

REMSEN, J. V. 1994. Use and misuse of bird lists in community ecology and conservation. Auk 111: 225-227.

REMSEN, J. V., & D. A. GOOD. 1996. Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundances in bird populations. Auk 113: 381-398.

RENJIFO, L. M. 1988. Estudio comparativo de la avifuana entre un área de bosque andino primario y un crecimiento secundario en la Reserva de Acaime, Alto Quindío. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

ROBBINS, M. B., N. KRABBE, G. H. ROSENBERG, & F. SORNOZA M. 1994. The treeline avifauna at Cerro Mongus, Prov. Carchi, northeastern Ecuador. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 145: 209-216.

ROOT, R. L. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecological Monographs 37: 317-354.

STILES, F. G. 1983. Birds: Introduction. Págs. 503-531 *en*: D. H. Janzen (ed.). *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago.

STILES, F. G. 1988. Altitudinal movements of birds on the Caribbean slope of Costa Rica: implications for conservation. Págs. 243-258 *en*: F. Almeda & C. M. Pringle (eds.). *Tropical rainforests: diversity and conservation*. California Academy of Sciences, San Francisco.

STILES, F. G. 1995. Behavioral, ecological and morphological correlates of the consumption of small arthropods by the hummingbirds of a tropical forest. Condor 97: 853-878.

STILES, F. G. 1996. Aves. Págs. 149-174 *en*: *Evaluación preliminar de ecosistemas en la región de Villavicencio-Cubarral, Meta*. Informe Final. ICN-IDEAM, Bogotá.

STILES, F. G. & A. F. SKUTCH. 1989. *A guide to the birds of Costa Rica*. Cornell University Press, Ithaca, N. Y.

WHITMAN, A. A., J. M. HAGAN & N. V. L. BROKAW. 1997. A comparison of bird survey techniques used in a subtropical forest. Condor 99: 955-965.

ANEXO: Lista anotada de las aves del área de estudo de la Finca Cárpatos, con sus clasificaciones de pesos, grupo de dieta, gremio y frecuencia de observaciones y capturas.

				REGISTROS POR:				
				Observaciones		Redes		
FAMILIA-Especie	**Grupo peso corporal**	**Grupo dieta[2]**	**Gremios de forrajeo[2]**	**No. Visitas**	**Total Abundancia**	**No. Visitas**	**Total Indiv. Capt.**	**Total capturas incl. recaps.**
TINAMIDAE								
Nothocercus julius	VIII	F-S	FSSB	4	4	0	0	0
CATHARTIDAE								
Coragyps atratus	IX	C	CAR	3	16	0	0	0
Cathartes aura	IX	C	CAR	3	9	0	0	0
ACCIPITRIDAE								
Accipiter striatus	VI	V	CAV	2	2	0	0	0
Buteo leucorrhous	VII	V	CAV	7	12	0	0	0
*B. platypterus**	VII	V	CAV	6	16	0	0	0
*B. swainsonii**[1]	VIII	–	–	1	3	0	0	0
FALCONIDAE								
*Falco columbarius**	VI	V	CAV	4	5	0	0	0
CRACIDAE								
Penelope montagnii	IX	F-S	FGDB, FSSB	10	28	0	0	0
SCOLOPACIDAE								
Gallinago nobilis	VI	IP	ISFS, IIPA	1	1	0	0	0
COLUMBIDAE								
Columba fasciata	VII	S-F	FPDB, FGDB	7	15	0	0	0
Geotrygon linearis	VII	S-F	FSSB	5	5	0	0	0
PSITTACIDAE								
Bolborhynchus lineola#	V	S-F	SPCG, FPDB	3	13	0	0	0
Pyrrhura calliptera□	V	S-F	FPDB, FGDB	9	33	0	0	0
Pionus tumultuosus	VII	F-S	FGDB	2	6	0	0	0
STRIGIDAE								
Otus albigularis	VI	IV	CAV, IGF	7	16	0	0	0
Glaucidium jardinii	V	V	CAV	9	23	1	1	1
Ciccaba albitarsus	A	V	CAV	4	5	0	0	0

FAMILIA-Especie	Grupo peso corporal	Grupo dieta[2]	Gremios de forrajeo[2]	REGISTROS POR Observaciones No. Visitas	Observaciones Total Abundancia	Redes No. Visitas	Redes Total Indiv. Capt.	Redes Total capturas incl. recaps.
CAPRIMULGIDAE								
Caprimulgus longirostris	IV	IP	IHDB	10	20	0	0	0
APODIDAE								
Streptoprocne zonaris	V	IP	IAE	2	5	0	0	0
TROCHILIDAE								
Colibri coruscans	II	N-IP	NEC, IHDB	2	2	0	0	0
Coeligena helianthea	II	N-IP	NEC, IHSM, IHDB	11	24	7	8	9
Eriocnemis vestitus	I	N-IP	NEC, IHDB	11	45	11	21	28
E. cupreoventris	II	N-IP	NEC, IHDB	5	11	5	12	14
Heliangelus amethysticallis	II	N-IP	NEC, IHSM, IHDB	11	37	10	24	30
Metallura tyrianthina	I	N-IP	NEC, IHSM, IHDB	11	46	11	60	69
Ramphomicron microrhynchum	I	N-IP	NEC, IHDB	7	13	4	5	6
Lafresnaya lafresnayi	I	N-IP	NEC, IFSM	8	21	6	7	8
Acestrura mulsant	I	N-IP	NEC, IHDB	3	4	0	0	0
TROGONIDAE								
Trogon personatus	V	F-IV	FGDB, IGF	9	23	1	1	1
RAMPHASTIDAE								
Andigena nigrirostris□	VIII	F-V	FGDB, CAV	8	17	0	0	0
PICIDAE								
Piculus rivolii	V	IP	ITR	9	22	0	0	0
Campephilus pollens□	VII	IP	ITR	9	18	0	0	0
DENDROCOLAPTIDAE								
Dendrocincla tyrannina	V	IP-IV	ITR (IHSM)	7	16	2	2	3
Xiphocolaptes promeropirhynchus	VI	IP-IV	ITR	10	25	0	0	0
FURNARIIDAE								
Hellmayrea gularis	III	IP	ISFS, IFSM	9	26	6	8	10
Margarornis squamiger	III	IP	ITR, IFDB	11	36	1	1	1
Pseudocolaptes boissoneaui	IV	IP-IV	IFSM, IFDB	8	21	1	1	1
Thripadectes flammulatus	V	IP-IV	IFSM, IGF, ISFS	2	2	1	1	1

FAMILIA-Especie	Grupo peso corporal	Grupo dieta[2]	Gremios de forrajeo[2]	REGISTROS POR: Observaciones No. Visitas	Observaciones Total Abundancias	Redes No. Visitas	Redes No. Indiv. Captur.	Redes Total capturas incl. recaps.
FORMICARIIDAE								
Grallaria rufula	IV	IP	ISFS	11	43	0	0	0
G. ruficapilla	V	IP	ISFS	6	11	0	0	0
Grallaricula nana	III	IP	ISFS (IFSM)	5	10	1	1	1
RHINOCRYPTIDAE								
Acropternis orthonyx	IV	IP-IV?	ISFS (IGP?)	8	24	0	0	0
Scytalopus latebricola	III	IP	ISFS	11	47	2	3	3
Myornis senilis	III	IP	ISFS	0	0	1	1	1
COTINGIDAE								
Pipreola arcuata	V	F	FGDB	6	9	0	0	0
P. riefferi	IV	F	FGDB, FPDB	1	2	1	1	1
Ampelion rubrocristatus	V	F	FGDB, FPDB	2	4	0	0	0
TITYRIDAE								
Pachyramphus versicolor	III	IP(F)	IFDB, FPDB	2	4	0	0	0
TYRANNIDAE								
Phyllomyias nigrocapillus	II	IP	IFDB, IHDB	9	37	2	3	3
Mecocerculus leucophrys	II	IP	IHDB, IFDB	11	54	4	5	6
M. stictopterus	II	IP	IHDB, IFDB	11	38	0	0	0
M. poecilocercus	II	IP	IHDB, IFDB	3	4	0	0	0
Mionectes striaticollis	II	F-IP	FPDB, IFDB, IFSM	2	5	0	0	0
Anairetes agilis	II	IP	IFDB, IHDB	8	30	4	8	11
Pseudotriccus ruficeps	II	IP	IHSM	5	7	3	3	3
Pyrrhomyias cinnamomea	II	IP	IHDB	2	3	0	0	0
Ochthoeca fumicolor	III	IP	IHDB	10	37	2	2	3
O. rufipectoralis	III	IP	IHDB	11	31	0	0	0
O. diadema	II	IP	IHSM	11	36	10	24	31
Myiotheretes striaticollis	IV	IP	IHDB	10	35	0	0	0
M. fumigatus	II	IP	IHDB	10	35	0	0	0

FAMILIA-Especie	Grupo peso corporal	Grupo dieta[2]	Gremios de forrajeo[2]	REGISTROS POR: Observaciones No. Visitas	Observaciones Total Abundancias	Redes No. Visitas	Redes No. Indiv. Captur	Redes Total capturas incl. recaps.
HIRUNDINIDAE								
Notiochelidon murina	III	IP	IAE	11	54	0	0	0
CORVIDAE								
Cyanolyca viridicyana	VI	IP,IV	IGF, ITR, IFDB	10	32	0	0	0
CINCLIDAE								
Cinclus leucocephalus	IV	IP	IIPA	1	1	0	0	0
TROGLODYTIDAE								
Cinnycerthia unirufa	IA	IP,IV	IFSM, ISFS	11	55	9	34	44
Henicorhina leucophrys	III	IP	ISFS, IFSM	11	47	2	2	3
Troglodytes aedon	II	IP	ISFS, IFSM	10	31	1	1	1
TURDIDAE								
Turdus fuscater	VI	IP-F-IV	ISFS, FSSB, FGDB, CAV	11	53	1	1	1
PARULIDAE								
*Dendroica fusca**	II	IP	IFDB, IFSM	8	31	0	0	0
*Wilsonia canadensis**	II	IP	IFDB, IFSM	5	8	1	1	1
Myioborus ornatus	II	IP	IHDB	11	46	2	3	3
Basileuterus luteoviridis	III	IP	ISFS, IFSM	3	9	0	0	0
B. nigrocristatus	III	IOP	ISES, IFSM	11	50	11	27	35
Conirostrum rufum	II	IP-N	IFDB, NEC	4	7	0	0	0
C. siticolor	II	IP	IFDB	11	38	0	0	0
C. albifrons	II	IP	IFDB	7	20	0	0	0
ICTERIDAE								
Cacicus leucoramphus	V	IP-IV-F	IGF, ITR, IFDB, FPDB	11	51	0	0	0
Amblycercus holosericeus	V	IP-IV	ISFS, IGF	6	15	1	3	3

FAMILIA-Especie	Grupo peso corporal	Grupo dieta[2]	Gremios de forrajeo[2]	REGISTROS POR: Observaciones No. Visitas	Observaciones Total Abundancia	Redes No. Visitas	Redes No. indiv. captur.	Redes Total capturas incl. recaps.
THRAUPIDAE								
Tangara vassorii	III	IP-F	IFDB, FPDB	6	14	0	0	0
Anisognathus igniventris	IV	IP-F	IFDB, IFSM, FPDB	11	46	3	4	5
Dubusia taeniata	IV	IP-F	IFDB, IFSM, FPDB	8	22	3	3	3
Buthraupis montana	V	IP-F	IFDB, FPDB	1	45	0	0	0
B. eximia	IV	IP-F	IFDB, FPDB	5	11	1	1	2
*Piranga rubra**	IV	IP-F	IFDB, FPDB	1	1	0	0	0
Hemispingus verticalis	III	IP	IFDB	10	39	0	0	0
H. superciliaris	III	IP	IFDB	7	15	1	1	1
H. atropileus	III	IP-F	IFSM, FSSB	11	46	6	11	5
Catamblyrhynchus diadema	III	IP-F	IFSM, IFDB (FSSB)	2	3	1	1	1
EMBERIZIDAE								
Diglossopis cyanea	III	F-IP-N	FPDB, IFDB, (NEC)	11	45	6	7	8
D. caerulescens	III	IP-F	IFDB, FPDB	11	47	4	11	13
Diglossa albilatera	II	IP-N	IFDB, NEC	11	48	8	19	23
D. humeralis	II	N-IP	NEC, IFDB, IFSM					
D. lafresnayi	III	N-IP	NEC, IFDB, IFSM	11	40	10	12	15
Haplospiza rustica#	III	S-IP	SCFS, ISFS, IFSM	8	38	5	26	26
Atlapetes schistaceus	IV	IP-F	IFSM, IFDB, FPDB	11	46	3	5	6
A. pallidinucha	IV	IP-F	IFSM, IFDB, FPDB	11	45	3	4	4
A. brunneinucha	IV	IP-F-(S)	ISFS, FSSB, (SCFS)	9	34	3	4	4
A. torquatus	IV	IP-F(S)	ISFS, FSSB, (SCFS)	8	20	1	2	2
Catamenia homochroa	III	S-IP	SCFS, ISFS	3	7	1	3	3
Zonotrichia capensis	III	S-IP	SCFS, ISFS, IFSM	11	35	1	1	1
FRINGILLIDAE								
Carduelis spinescens	III	S(IP)	SCFS, (IFDB)	11	52	1	4	4

Simbología: * = migratorio boreal; □ = especie amenazada o en peligro de extinción; # = especie irruptiva (asociada con la cosecha de semillas de *Chusquea*). Ver el texto para las definiciones de los grupos de peso, las categorías de dieta y los gremios de forrajeo.
1 = esta especie no se tomó en cuenta para los grupos de dieta o gremios porque sólo se observó en migración, sobrevolando el área a gran altura: no forrajeó en el área.
2 = tipos de alimento o gremios predominantes en el repertorio de la especie se subrayan; los escasos u ocasionales se ponen en (paréntesis).